



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 40 17 100.0
②② Anmeldetag: 28. 5. 90
④③ Offenlegungstag: 6. 12. 90

DE 40 17 100 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

05.06.89 EP 89 11 0258.4

⑦① Anmelder:

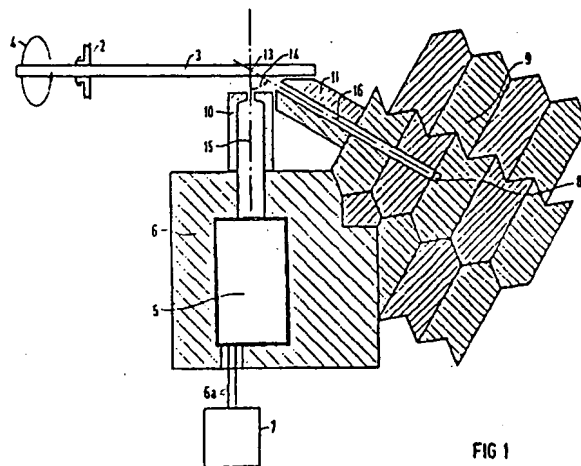
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:

Dams, Wolfgang, Dr.-Ing., 6144 Zwingenberg, DE;
Hoffmann, Peter, Dr.-Ing., 6100 Darmstadt, DE;
Lieser, Karl Heinrich, Prof., 6104
Seeheim-Jugenheim, DE; Pilz, Norbert, Dipl.-Ing.,
6100 Darmstadt, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen von Kernbrennstoffgehalt in einer langgestreckten Kernbrennstoffsäule

Zum Bestimmen von Kernbrennstoffgehalt in einer langgestreckten Kernbrennstoffsäule mit einem Gamma-Detektor (5) unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen dem Gamma-Detektor (5) und der Kernbrennstoffsäule in Längsrichtung dieser Kernbrennstoffsäule wird die Meßstelle (13) des Gamma-Detektors (5) an der Kernbrennstoffsäule mit Gamma-Strahlung aus einer Gamma-Strahlungsquelle (8) bestrahlt.



DE 40 17 100 A 1

FIG 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen von Kernbrennstoffgehalt in einer langgestreckten Kernbrennstoffsäule entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung zum Bestimmen dieses Kernbrennstoffgehaltes.

Verfahren und Vorrichtung dieser Art sind bekannt. Sie dienen zum Bestimmen des Gehaltes an Isotopen des Kernbrennstoffs, die spontan Gammastrahlung emittieren. Isotope, die keine oder nur schwach Gammastrahlung spontan aussenden, werden von dieser Bestimmung nicht erfaßt. Insofern ist also keine quantitative Bestimmung der Gesamtmenge des Kernbrennstoffs in der Kernbrennstoffsäule möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Bestimmung der Gesamtmenge eines Kernbrennstoffs in der Kernbrennstoffsäule zu ermöglichen.

Zur Lösung dieser Aufgabe hat ein Verfahren der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Patentanspruchs 1.

Durch die Gammastrahlung aus der Gammastrahlungsquelle werden alle Isotope eines Kernbrennstoffs, also auch die, die keine oder nur schwach Gammastrahlung spontan emittieren, zur Aussendung von charakteristischer Röntgenfluoreszenzstrahlung gleichmäßig angeregt. Mit Hilfe des Gammadetektors kann diese charakteristische Röntgenfluoreszenzstrahlung ausgewertet werden und eine Angabe über den Gesamtgehalt eines bestimmten Kernbrennstoffs in der Kernbrennstoffsäule gemacht werden.

Eine hohe Meßgenauigkeit wird erzielt, wenn die Kernbrennstoffsäule um ihre Längsachse gedreht wird.

Als Gammastrahlungsquelle werden günstigerweise Iridium 192, Selen 76, Jod 131, Barium 133, Cäsium 137, Quecksilber 203 und/oder Protactinium 231 verwendet.

Die Meßstelle des Gammadetektors an der Kernbrennstoffsäule kann günstigerweise auch mit der Bremsstrahlung aus einer Röntgenröhre bestrahlt werden.

Die Erfindung und ihre Vorteile sind anhand der Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert:

Fig. 1 zeigt stark schematisiert eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen von Kernbrennstoffgehalt in einer langgestreckten Kernbrennstoffsäule.

Fig. 2 zeigt ein Gammaskpektrum.

Die Vorrichtung nach Fig. 1 weist einen Halter 2 mit einem Brennstab 3 auf. Der Brennstab ist mit dem Halter 2 um die Stablängsachse — wie der Pfeil 4 andeutet — drehbar und in Stablängsrichtung hin und her verschiebbar.

Ein Gamma-Detektor 5 aus hochreinem Germanium ist in einer Bleihülle 6 verpackt. Dieser Gammadetektor 5 ist über zwei Zuleitungen 6 an einem elektronischen Vielkanalanalysator 7 angeschlossen. Ferner ist eine Gammastrahlungsquelle 8 ebenfalls in einem Bleimantel 9 verpackt. Diese Gammastrahlungsquelle 8 ist Iridium 192, das spontan Gammastrahlung mit einer Energie größer als 100 keV aussendet.

Der Bleimantel 6 weist einen Kollimator 10 für den Gamma-Detektor 5 und der Bleimantel 9 einen Kollimator 11 aus Blei für die Gammastrahlungsquelle 9 auf. Die Kollimatoren 10 und 11 sind so auf dieselbe Meßstelle 13 am Brennstab 3 gerichtet, daß der Winkel 14 zwischen der Strahlungseinfallsrichtung 15 in den Gammadetektor 5 und der Strahlungsrichtung 16 der Gammastrahlungsquelle 8 60 Grad beträgt.

Der Brennstab 3 ist zum Einbau in ein Kernreaktorbrennelement für einen Kernreaktor bestimmt. Dieser Brennstab 3 weist ein Hüllrohr aus einer Zirkoniumlegierung auf, in dem sich eine Säule aus nebeneinander angeordneten Kernbrennstofftabletten befindet und das an beiden Enden jeweils mit einem nicht erkennbaren Zirkoniumstopfen verschlossen ist. Der Kernbrennstoff der Kernbrennstofftabletten im Brennstab 3 ist Uran-Plutonium-Mischoxid.

Die Strahlungseinfallsrichtung 15 in den Gammadetektor 5 schließt mit der Längsachse des Brennstabes 3 einen rechten Winkel ein. Zur Bestimmung des Uran- und Plutoniumgehaltes in der Brennstoffsäule des Brennstabes 3 wird der Brennstab 3 mit dem Halter 2 um die Stablängsachse gedreht und zugleich an den beiden Kollimatoren 10 und 11 in Richtung seiner Stablängsachse vorbeibewegt. Hierbei wird ständig Gammastrahlung von der Gammastrahlungsquelle 8 auf die Meßstelle 13 am Brennstab 3 eingestrahlt und die von dieser Meßstelle 13 ausgehende Röntgenfluoreszenzstrahlung auf den Gammadetektor 5 ausgesendet.

Mit Hilfe des elektronischen Vielkanalanalysators 7 wird das Gammaskpektrum nach Fig. 2 gewonnen. Dieses Gammaskpektrum entspricht der Messung an einer einzelnen Kernbrennstofftablette des Brennstabes 3 während eines vorgegebenen Zeitraums bei schrittweiser Bewegung des Brennstabes 3 in Richtung der Stablängsachse. In der Abszisse ist die Energie der von dieser Tablette abgestrahlten Röntgenfluoreszenzstrahlung in keV aufgetragen und in der Ordinate die vom Gammadetektor 5 gemessene Zählrate in Impulsen pro Minute während dieses Zeitraumes aufgetragen.

Peak 20 in Fig. 2 entspricht der Röntgenlinie $K\alpha_1$ des Urans und der Peak 21 der Röntgenlinie $K\alpha_1$ des Plutoniums in der Kernbrennstofftablette, der das Gammaskpektrum nach Fig. 2 zugeordnet ist. Die Fläche des Peak 20 ist ein Maß für die Menge des in dieser Kernbrennstofftablette enthaltenen Urans und die Fläche des Peak 21 ein Maß für die Menge des in dieser Kernbrennstofftablette enthaltenen Plutoniums.

Die Bewegung des Brennstabes 3 in Richtung der Stablängsachse kann kontinuierlich sein, wenn der Zeitraum für die Messung der Röntgenfluoreszenzstrahlung genügend kurz ist.

Ohne Zerstörung des Hüllrohrs des Brennstabes 3 kann also von Kernbrennstofftablette zu Kernbrennstofftablette der Kernbrennstoffsäule im Brennstab 3 sowohl der Gesamtgehalt an Uran als auch Plutonium bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen von Kernbrennstoffgehalt, insbesondere Plutoniumgehalt, in einer langgestreckten Kernbrennstoffsäule mit einem Gamma-Detektor unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen dem Gamma-Detektor und der Kernbrennstoffsäule in Längsrichtung dieser Kernbrennstoffsäule dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstelle (13) des Gammadetektors (5) an der Kernbrennstoffsäule mit Gamma-Strahlung aus einer Gammastrahlungsquelle (8) bestrahlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Kernbrennstoffsäule um ihre Längsachse gedreht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß als Gammastrahlungsquelle Iridium

192, Selen 75, Jod 131, Barium 133, Cäsium 137, Quecksilber 203 und/oder Protaktinium 231 verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstelle (13) des Gammadetektors (5) an der Kernbrennstoffsäule mit der Bremsstrahlung aus einer Röntgenröhre bestrahlt wird.

5. Vorrichtung zum Bestimmen von Kernbrennstoffgehalt, insbesondere Plutoniumgehalt, in einer langgestreckten Kernbrennstoffsäule mit einem drehbaren und/oder in Längsrichtung der Kernbrennstoffsäule verschiebbaren Halter (2) für die Kernbrennstoffsäule, mit einem auf die Kernbrennstoffsäule gerichteten Gamma-Detektor (5) und mit einer auf die Meßstelle (13) des Gammadetektors (5) an der Kernbrennstoffsäule gerichteten Gammastrahlungsquelle (8).

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel (14) zwischen der Strahlungseinfallsrichtung (15) in den Gammadetektor (5) und der Strahlungsrichtung (16) der Gammastrahlungsquelle (8) einen Wert im Bereich von 50–70 Grad vorzugsweise von 60 Grad hat.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

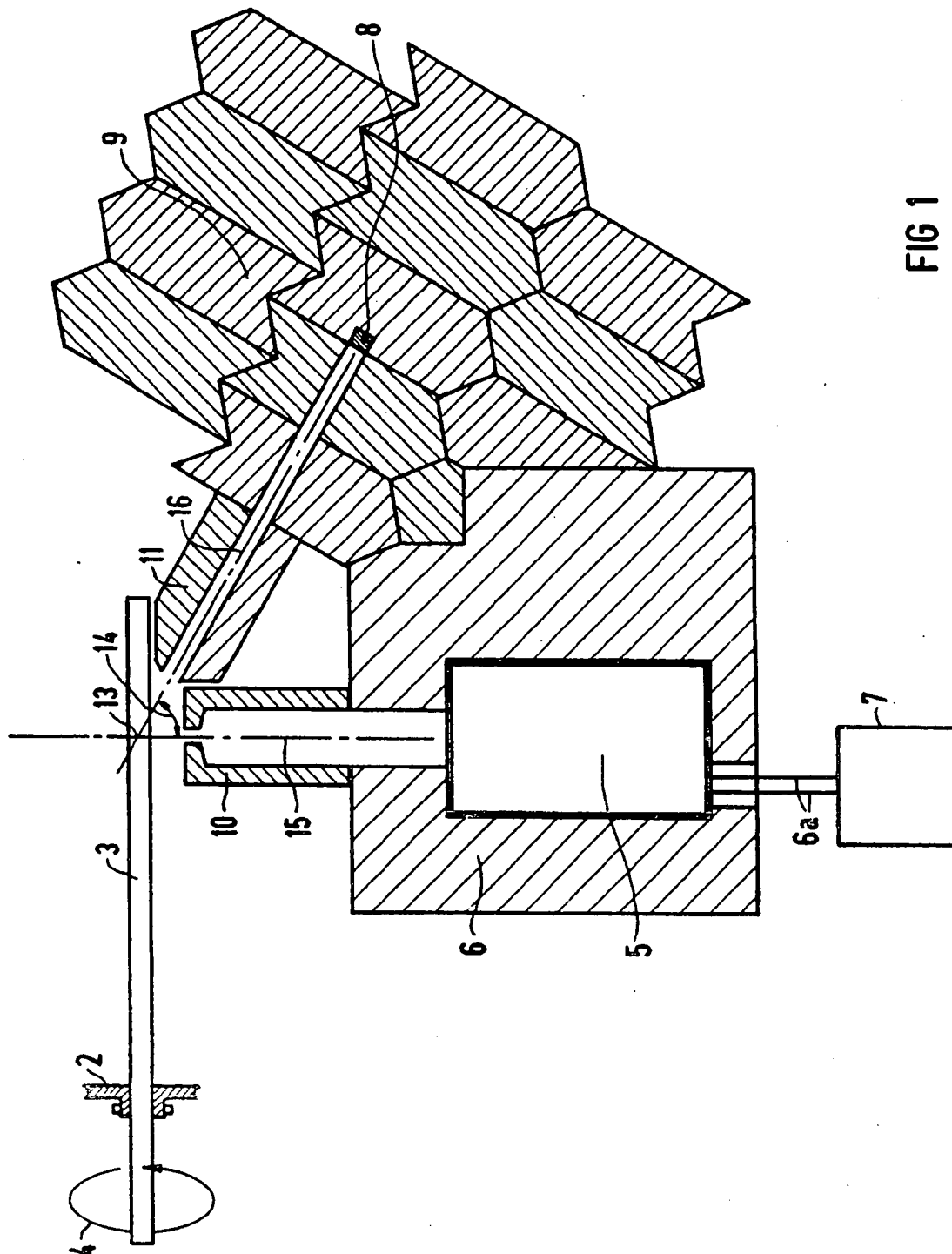
50

55

60

65

—Leerseite—



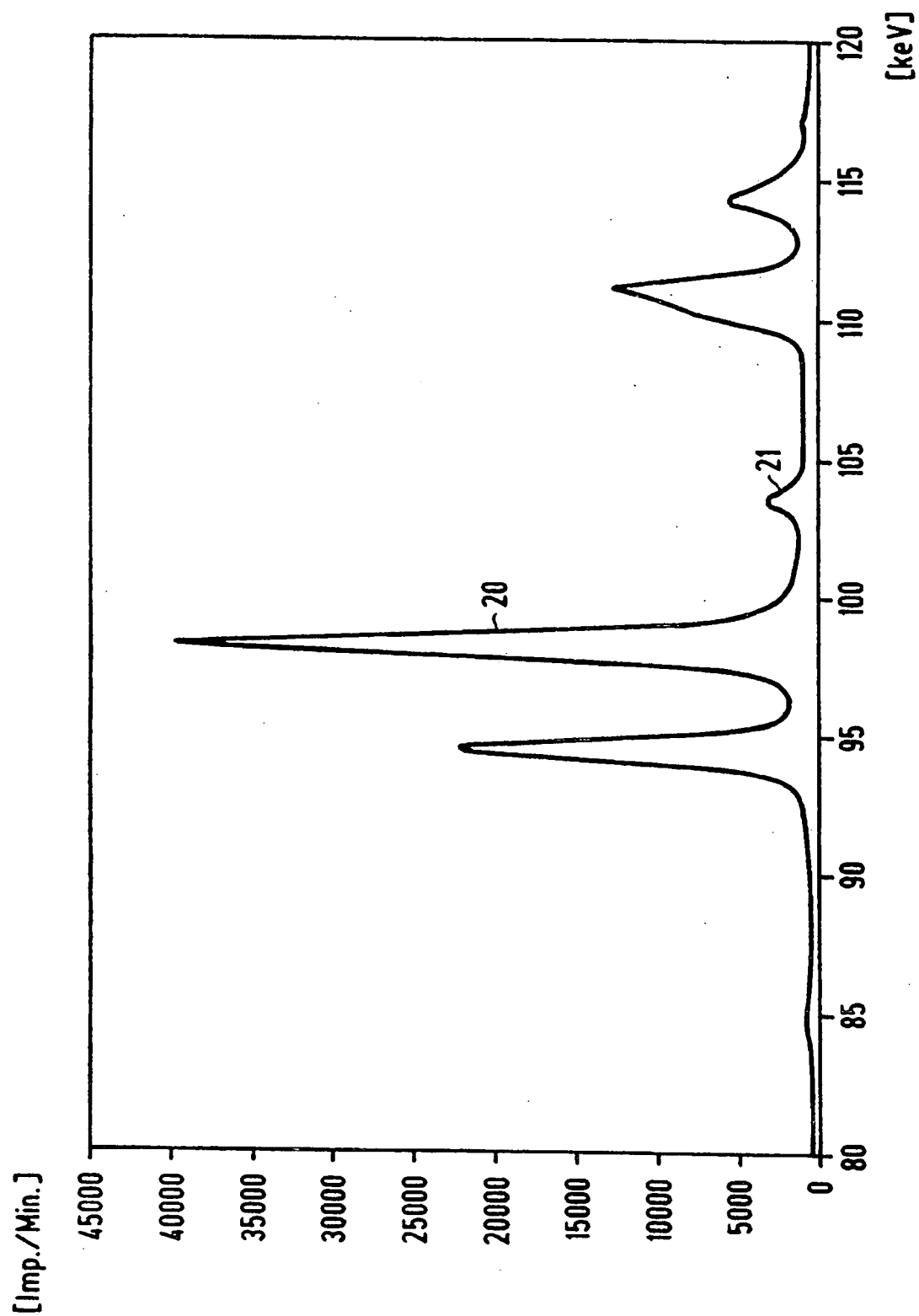


FIG 2